

JP 06075245 A

TITLE: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

PUBN-DATE: March 18, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAZONO, TAKUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04228576

APPL-DATE: August 27, 1992

INT-CL (IPC): G02F001/136; G02F001/133 ; H01L029/784

US-CL-CURRENT: 349/FOR.111,349/42

ABSTRACT:

PURPOSE: To lower the drain leak current value by protecting a transparent electrode and passivating only a thin-film transistor necessitating hydrogen-passivation treatment with hydrogen.

CONSTITUTION: An insulating substrate 5, a picture element part 1 including a polycrystal silicon thin-film transistor for switching a formed on the substrate 5, a driving circuit part 2 for driving the picture element part 1 formed adjacent to the picture element part 1 and including the transistor and a thin-film transistor array substrate having the protective layer consisting of silicon nitride film 3 or the plasma silicon oxide film 3 formed on the surface of the picture element part 1 and driving circuit part 2 are provided in the liq. crystal display device. At least a part of the thin-film transistor part for switching of the picture element 1 is opened, and the hydrogen concn. of the polycrystal silicon active layer at the open part 4 is higher than that of the polycrystal silicon active layer at the closed part.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-75245

(43)公開日 平成6年(1994)3月18日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/136	5 0 0	9225-2K		
1/133		9315-2K		
H 0 1 L 29/784		9056-4M	H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-228576

(22)出願日 平成4年(1992)8月27日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 中園 卓志

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

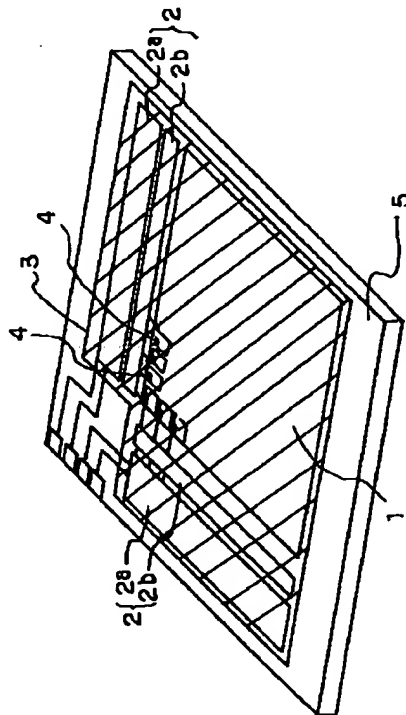
(74)代理人 弁理士 須山 佐一

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 透明電極を保護し、水素パッシベーションの必要な薄膜トランジスタのみ水素パッシベーションを行うことにより、ドレインリーク電流値を下げる。

【構成】 絶縁基板と、該基板上に形成されたスイッチング用の多結晶シリコン薄膜トランジスタを含む画素部と、この画素部に隣接して形成され、画素部を駆動する多結晶シリコン薄膜トランジスタを含む駆動回路部と、画素部および駆動回路部表面に形成されたプラズマ窒化珪素膜またはプラズマ酸化珪素膜からなる保護層とを有する薄膜トランジスタアレイ基板を少なくとも有する液晶表示装置において、少なくとも画素部のスイッチング用の薄膜トランジスタ部分が開口され、該開口部分の多結晶シリコン活性層の水素濃度が、非開口部分の多結晶シリコン活性層より高い。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板と、該基板上に形成されたスイッチング用の多結晶シリコン薄膜トランジスターを含む画素部と、前記画素部に隣接して形成され、前記画素部を駆動する多結晶シリコン薄膜トランジスターを含む駆動回路部と、前記画素部および前記駆動回路部表面に形成されたプラズマ窒化珪素膜またはプラズマ酸化珪素膜からなる保護層とを有する薄膜トランジスターアレイ基板を少なくとも有する液晶表示装置において、少なくとも前記画素部のスイッチング用の多結晶シリコン薄膜トランジスター部分が開口され、該開口部分の多結晶シリコン活性層の水素濃度が、非開口部分の多結晶シリコン活性層の水素濃度より高いことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液晶表示装置に関し、とくに画素部に使用する多結晶シリコン薄膜トランジスターのドレインリーク電流値を下げることでできる液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示装置は、薄型軽量、低消費電力という大きな利点をもつため、液晶テレビ、日本語ワードプロセッサやデスクトップパーソナルコンピュータ等のOA機器の表示装置に積極的に用いられている。それと共に、多結晶シリコンを活性層に使用した薄膜トランジスタもしくは薄膜トランジスターアレイを応用した液晶表示装置の開発が表示特性の向上を目的に活発になされている。

【0003】従来、多結晶シリコンを活性層に使用した薄膜トランジスターは液晶表示装置の表示部である画素部のスイッチング素子や薄膜トランジスターを集積し画素部スイッチング素子の駆動回路へ応用されている。すなわち、画素中で液晶への電圧印加用の画素部薄膜トランジスターと、この画素部薄膜トランジスターを駆動するための駆動回路部薄膜トランジスターへの応用とである。

【0004】ところが、とくに画素部薄膜トランジスターは、その特性としてドレインリーク電流値を下げるのが要求されている。これは、ドレインリーク電流がトランジスター動作のOFF側で発生するため、通常のON/OFFのスイッチング機能を充分果たさなくなり、液晶表示装置の画質にとくに影響がでるためである。このドレインリーク電流が発生する原因は、薄膜トランジスターのゲート、ドレイン間に電場が集中するために、活性層多結晶シリコン中のシリコン結合の欠陥のうち、とくに未結合手による欠陥があると、ドレイン接合部で異常なリーク電流が発生するためである。

【0005】ドレインリーク電流値を下げる対策の一つとして、形成されたトランジスターに外部より強制的に

2

水素を添加する水素パッシベーション技術がある。強制的に添加された水素は活性層多結晶シリコン中で、そのシリコンの未結合手のターミネーターとして働き、欠陥に捕獲されていたキャリアを放出するため、未結合手は欠陥として作用しなくなる。そのため、ドレインリーク電流値を下げる。とくに、低いゲート電圧(V_g)でのリーク電流値を下げるのに効果がある。さらに、水素パッシベーション技術は、しきい値電圧の低下、チャネル中の移動度の向上、電流駆動能力の向上等に効果がある。

【0006】このため、多結晶シリコン薄膜トランジスタに水素パッシベーション技術を応用した液晶表示装置は液晶テレビ、OA機器等に多用されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、水素パッシベーション技術は次の大きな3の問題点がある。

【0008】その1は、水素パッシベーションを過度に行うと、とくにn型の薄膜トランジスターでしきい値電圧が負にシフトしてしまい、ゲート電圧(V_g)が“0V”でも電流が流れるという、ディプリート型になってしまうことである。さらに、しきい値電圧が負にシフトする割合が大きくなると、印加するドレイン電圧を高くするとパンチスルー電流が流れ出し特性劣化が起こることが確認される。これは、チャネル中の余剰の水素がドナーライクの働きをするためと考えられている。

【0009】このため、1)正常なスイッチングを行わないため回路としての機能が失われる。2)OFF状態でも電流が流れるため回路が発熱し熱暴走してしまう。等の理由で薄膜トランジスターは正常なスイッチング特性を示さなくなり、駆動回路の薄膜トランジスターに対しては致命的な欠陥となるとの問題があった。

【0010】その2は、保護膜がない状態で水素パッシベーションを行うと透明電極であるITO(Indium Tin Oxide)が変質して、抵抗値が上昇し、透過率が減少してしまうとの問題があった。これは、プラズマ中の水素ラジカルが原因となり、ITOが還元されるためと考えられている。

【0011】その3は、水素パッシベーションを行った後、350℃以上の高温プロセスにさらすとその効果が消滅してしまうとの問題があった。これは、添加した水素が脱離するためである。このため、水素パッシベーションは製造工程のほぼ最後に行わなければならないとの問題があった。

【0012】水素パッシベーション技術は上述のような問題を有しているが、多結晶シリコン薄膜トランジスターを用いた液晶表示装置においてドレインリーク電流値を下げるための重要な技術であり、水素パッシベーション技術の改善が望まれていた。

【0013】本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、透明電極を保護し、水素パッシベ

10

20

30

40

50

シヨンの必要な多結晶シリコン薄膜トランジスタのみ水素パッシベーションを行うことにより、ドレインリーク電流値を下げることでできる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、絶縁基板と、該基板上に形成されたスイッチング用の多結晶シリコン薄膜トランジスタを含む画素部と、この画素部に隣接して形成され、画素部を駆動する多結晶シリコン薄膜トランジスタを含む駆動回路部と、画素部および駆動回路部表面に形成されたプラズマ窒化珪素膜またはプラズマ酸化珪素膜からなる保護層とを有する薄膜トランジスタアレイ基板を少なくとも有する液晶表示装置において、少なくとも画素部のスイッチング用の薄膜トランジスタ部分が開口され、該開口部分の多結晶シリコン活性層の水素濃度が、非開口部分の多結晶シリコン活性層より高いことを特徴とする。

【0015】本発明の液晶表示装置に係わる薄膜トランジスタアレイ基板は、画素部および駆動回路部表面に形成されたプラズマ窒化珪素膜またはプラズマ酸化珪素膜からなる保護層の一部に開口部を設け、プラズマ窒化珪素膜またはプラズマ酸化珪素膜をマスクとして、必要な薄膜トランジスタにのみ水素パッシベーションを行う。その結果、開口部分の多結晶シリコン活性層の水素濃度が、非開口部分の多結晶シリコン活性層より高くなる。水素パッシベーションを行わない多結晶シリコン活性層の水素濃度は、一般に $10^{17} \sim 10^{19}$ atom/cm³ 以下であるが、本発明の液晶表示装置に係わる薄膜トランジスタアレイ基板における水素パッシベーションは、多結晶シリコン活性層の水素濃度が $10^{20} \sim 10^{21}$ atom/cm³ 程度とすることが好ましい。水素濃度が $10^{20} \sim 10^{21}$ atom/cm³ の範囲にあると、ドレインリーク電流値を下げると共に、異常なスイッチング特性を示さないためである。

【0016】本発明の液晶表示装置は、次のようにして作られる。絶縁基板材料には無アルカリガラス、石英などが使用できる。この基板上に公知の方法で多結晶シリコン膜を形成する。すなわち、まず基板上に減圧CVD、プラズマCVD装置を用いアモルファスシリコン層を堆積し、ついで約600℃の温度で熱処理を行うことにより多結晶シリコン層とする。その後、所定の形状に素子分離を行い、ゲート酸化膜の形成を行い、ゲート電極を形成する。ゲート電極をマスクとして自己整合で多結晶シリコン層にソース、ドレインのイオン打ち込みをp型、n型に応じて行う。第1層間絶縁膜をイオン打ち込みが終了した基板表面全体を覆うように形成した後、所定の箇所にコンタクトホールを形成し、このコンタクトホールを介してオーミック接合部とオーミック接触する金属配線を形成する。さらに、その上に第2層間絶縁膜を形成し、所定の箇所にコンタクトホールを形成した後、画素部となる透明電極を形成し、所定の形状に加工

する。

【0017】以上の工程を終了した基板表面を保護するプラズマ窒化珪素膜(p-SiN)またはプラズマ酸化珪素膜(p-SiO)をプラズマCVD法にて基板表面全体に形成する。成膜温度は350℃以下が好ましい。その後、フォトリソグラフィ法によって、少なくとも画素部のスイッチング用の薄膜トランジスタ部分を開口する。開口部分は、画素部のスイッチング用の薄膜トランジスタ部分のみでもよいが、さらに駆動回路部の出力段のバッファおよび駆動回路部の出力段のアナログスイッチ部分を開口することも好ましい。この場合は、とくに電流の駆動能力が向上する。開口はドライエッチング法にて所定の形状に加工する。最後に、水素パッシベーションを行う。水素パッシベーションは200℃以上で行うのが好ましく、たとえば、容量接合型のp-CVDにて、270℃で水素プラズマにさらすことにより行う。さらに、プラズマ窒化珪素成膜よりも高い温度で行うことが好ましい。この結果、開口部と非開口部とで水素濃度を変えることができる。このようにして作製された薄膜トランジスタアレイ基板を対向基板と重ね合わせ、液晶を注入し、張り合わせることで液晶表示装置がえられる。

【0018】

【作用】高濃度に水素を含むプラズマ窒化珪素膜(p-SiN)、もしくはプラズマ酸化珪素膜(p-SiO)は、水素プラズマ中であっても水素を透過しない。

【0019】これは、次の理由によると考えられる。

1) p-SiN、p-SiOはすでに水素が高濃度(約数%)であるため、そこへ外部からの水素は拡散して行かない。

2) p-SiN、p-SiO自体が200℃以上で水素を放出するため、ことさら、水素プラズマからの水素は膜中へ拡散しない。

3) 300℃以下程度の温度では、p-SiN、p-SiOから放出された水素が、固体を拡散して行くことはほとんどない。

よって、プラズマ窒化珪素膜(p-SiN)、もしくはプラズマ酸化珪素膜(p-SiO)は、200℃以上で水素パッシベーションを行う場合、マスクとして充分作用する。このため、透明電極などを保護しつつ開口部のみに必要な量の水素パッシベーションを行うことができる。

【0020】

【実施例】本発明の実施例を図1から図3に基づき説明する。図1は薄膜トランジスタアレイ基板の完成状態の図である。図2は図1に示す画素部1の拡大図である。図3は開口部、非開口部を有する薄膜トランジスタの断面図である。

【0021】画素部1は基板5上に図3に示した薄膜トランジスタと図2に示す画素容量、透明電極で形成さ

れている。また、駆動回路部2は、図3の薄膜トランジスタをCMOSにして用いシフトレジスタ2a、バッファまたはアナログスイッチ2bより構成されている。そして、最終の保護膜はプラズマ窒化珪素膜3で形成されているが、所定の箇所には開口部4を形成している。

【0022】本実施例においては、画素部1の薄膜トランジスタのみ開口した場合を示している。これは、画素部1の薄膜トランジスタは非常に小さいドレインリーク電流が要求されるため、水素パッシベーションが是非必要になるためである。そのため、図1に示すように、最終の保護膜であるプラズマ窒化珪素膜3に、所定の画素部薄膜トランジスタに開口部4を形成した状態で薄膜トランジスタアレイ基板の完成状態となる。そして、工程の最後に、この状態で水素プラズマにさらす。このため、開口部4の薄膜トランジスタにのみ水素が添加され、その他の部分には水素が添加されことなく、そのパッシベーション効果をあらわす。その結果、画素部の薄膜トランジスタのみドレインリーク電流が減少し、所望の特性を得ることができる。

【0023】さらに、図2および図3により本実施例の画素部1および開口部4の詳細を説明する。画素部1は、活性層多結晶シリコン6上にゲート酸化膜7を形成し、ゲート配線用多結晶シリコン8を形成する。その後、ソース、ドレインの拡散部分9を自己整合的に形成する。その上に、第1層間絶縁膜10を形成し、コンタクトホール12を介して金属配線11を形成する。さらに、第2層間絶縁膜14を形成し、その上に透明電極13を形成する。その後、最終の保護膜としてプラズマ窒化珪素膜3を形成し、所定の開口部4を形成する。開口部4は、本実施例では図2に示すように画素部の薄膜トランジスタの部分である。そして、他の部分はプラズマ窒化珪素膜3に覆われており、水素プラズマ中でマスクとなる。このため、透明電極13は変質することはない。さらに、図3に示すように隣接した薄膜トランジスタにおいても、プラズマ窒化珪素をマスクとして水素パッシベーションを行うため、必要な薄膜トランジスタに選択的に行うことができる。

【0024】その後、図4に示すように、形成された薄膜トランジスタアレイを対向基板16と張り合わせ、液晶15を注入し、外装アッセンブリ5a、5b、5cを行って液晶表示装置が完成する。

【0025】次に、本実施例の製造法を説明する。

1) 基板は石英基板でサイズは5インチ丸で基板厚1.1mmを使用する。

2) 活性層は縦型減圧CVDで材料ガスをジシラン(Si_2H_6)としアモルファス-シリコンを膜厚 $T_{\text{poly}}=2000$ オングストローム堆積した。その後、温度600℃で熱処理を行い多結晶シリコン膜を形成する。

3) 必要に応じて裏面剥離を行った後、所定の形状に素

子分離を行う。

4) 必要に応じて、ダミー酸化を行い、活性層にイオン打ち込みを行う。その後、ゲート酸化を膜厚 $T_{\text{ox}}=500$ オングストローム行い、連続的にゲートpoly堆積を膜厚 $T_{\text{poly}}=4000$ オングストローム行い、加工する。

5) ソース、ドレインのイオン打ち込みを行う。ここで、p型、n型のうちわけを行う。

6) 第1層間絶縁膜を形成する。

7) 第1層間絶縁膜にコンタクトホールを形成する。

8) 金属配線を形成する。

9) 第2層間絶縁膜を形成し、所定の箇所にコンタクトホールを形成する。

11) 透明電極を形成し、所定の形状に加工する。

11-1) プラズマCVD法にて、プラズマ窒化珪素膜(p-SiN)を形成する。ただし、このときの成膜温度は170℃である。

11-2) フトリソグラフィーの工程を通過させ、ドライエッチング法にて所定の形状に加工する。

11-3) 容量接合型のp-CVDにて、270℃で水素プラズマにさらし、水素パッシベーションを行う。

12) 基板から所定の形状に切り出す。

その後、対向基板と重ね合わせ、液晶を注入し、張り合わせることで液晶表示装置を得る。

【0026】このようにして得られた液晶表示装置の特性を図5、図6に示す。この特性は、画素部に使用している薄膜トランジスタのゲート電圧(V_g)を変化させた場合のドレイン電流(I_D)の変化(トランスファ特性)である。図5は、プラズマ窒化珪素膜(p-SiN)をマスクに水素パッシベーションした駆動回路用薄膜トランジスタのトランスファ特性であり、図6はマスクなしで水素パッシベーションを行った薄膜トランジスタのトランスファ特性である。なお、図5および図6において(a)は水素パッシベーション前の特性であり、(b)は水素パッシベーション後の特性である。この結果から、明らかに、図5に比較して図6においてはドレインリーク電流値が下がり水素パッシベーションが有効に作用している。よって、上述の方法で、駆動回路部の薄膜トランジスタの特性を大きく変えることなく、画素部薄膜トランジスタのドレインリーク電流を減少させる効果が得られる。

【0027】本実施例の液晶表示装置は次のような効果がある。第1の効果としては、図6に示すように、開口部の薄膜トランジスタのドレインリーク電流の減少である。例として、画素部に使用している薄膜トランジスタの特性を示したが、従来の例と比較して一桁程度低下している。それに対して、開口していない部分の代表の回路部の薄膜トランジスタの特性変化は、ほとんど確認できない。よって、回路部の薄膜トランジスタの特性を変化させることなく、画素部の薄膜トランジスタのドレインリーク電流を減少させることができる。そ

の結果、駆動回路部の薄膜トランジスターはしきい値電圧がずれることなく高速で動作し、表示画素部の薄膜トランジスターはドレインリーク電流が小さく、液晶印加電圧の保持の良好な、高性能の液晶表示装置を得ることができる。

【0028】第2の効果としては、 $p-SiN$ はマスクとしての効果が有効であり、画素部のみに選択的に水素濃度を高くし水素パッシベーションすることができる。

【0029】第3の効果としては、 $p-SiN$ を成膜温度 350℃以下で形成しているため、このプラズマ窒化珪素の成膜中に水素が薄膜トランジスターまで拡散し、水素パッシベーションの効果を発揮することはない。そして、水素プラズマ処理の温度は 200℃以上で、更に、プラズマ窒化珪素成膜よりも高い温度で行う。このため、処理中にプラズマ窒化珪素より水素が放出されるため、更に水素プラズマからの水素が拡散して行くことはない。また、成膜したプラズマ窒化珪素には、すでに高濃度の水素（約数％）が混入しており、水素プラズマにさらしても水素は拡散して行くことはない。そのため、プラズマ窒化珪素を上述の温度設定で使用する場合には、水素は透過しないというマスキング効果を有する。また、この放出された水素は、表面側にその大半が放出される。つまり、温度 400℃程度以下では水素の、固体への拡散係数は小さくほとんど問題にならない。

【0030】第4の効果としては、水素プラズマ中ではほとんど耐性をもたない透明電極を完全に保護した後に行えるので、透明電極の特性が水素パッシベーション後変化することはない。

【0031】第2の実施例としては、開口領域を駆動回路の出力段であるバッファまたは、アナログスイッチまで広げた例である。これは、とくに、バッファまたはアナログスイッチは、電流の駆動能力（あるゲート電圧の変化でどれだけドレイン電流を流せるか）が必要であるが、この特性を得るためにも水素パッシベーションが有効である。効果としては、上述の第1から第4までの効果に加えて、出力段の電流駆動力が向上し、高速動作性および動作の信頼性が向上する。

【0032】第3の実施例としては、最終の保護膜をプラズマ酸化珪素膜にする場合である。この膜も膜中に大量の水素を含んでいるため上述と同様にマスキング効果

を有する。よって、この膜を最終の保護膜に使用しても同様の効果を有する。

【0033】

【発明の効果】本発明の液晶表示装置は、基板上に形成された画素部と駆動回路部との表面に形成されたプラズマ窒化珪素膜またはプラズマ酸化珪素膜からなる保護層とを有する薄膜トランジスターアレイ基板において、少なくとも画素部のスイッチング用の薄膜トランジスター部分が開口されているので、選択的に必要な箇所だけに水素パッシベーションすることができる。

【0034】また、その結果、開口部分の多結晶シリコン活性層の水素濃度が、非開口部分の多結晶シリコン活性層より高くなるので、薄膜トランジスターのドレインリーク電流を減少させることができ、液晶印加電圧の保持の良好な、高性能の液晶表示装置が得られる。

【0035】さらに、水素パッシベーションが容易に選択的に行えるため、製造工程上の失敗がなくなり、信頼性に優れた液晶表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の薄膜トランジスターアレイの完成状態図である。

【図2】図1に示す画素部の拡大図である。

【図3】実施例の薄膜トランジスターの断面図である。

【図4】実施例の液晶表示装置を示す図である。

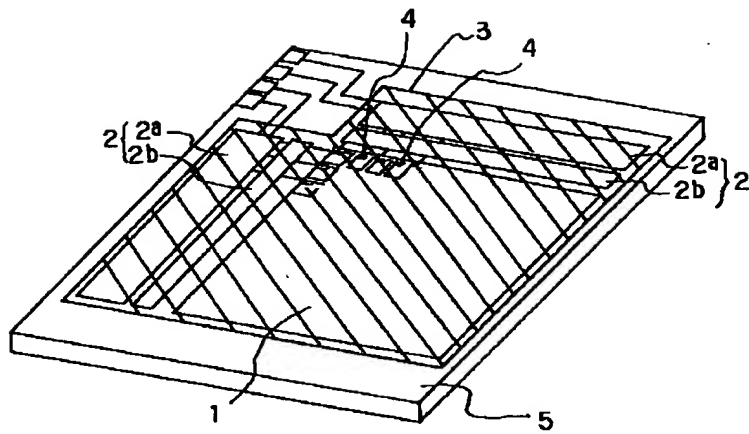
【図5】マスクした薄膜トランジスターのトランスファ特性を示す図である。

【図6】マスクしない薄膜トランジスターのトランスファ特性を示す図である。

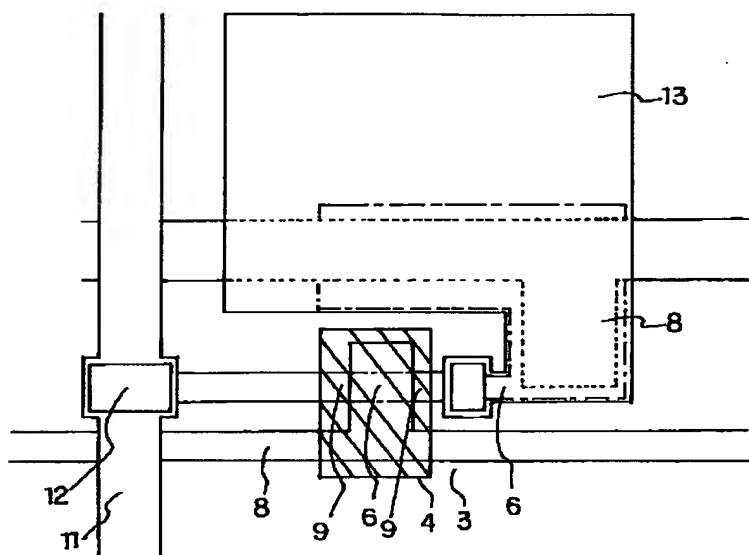
【符号の説明】

1.....画素部、2.....駆動回路部、2a.....シフトレジスター、2b.....バッファまたはアナログスイッチ、3.....プラズマ窒化珪素膜、4.....開口部、5.....基板、5a、5b、5c.....外装アクセサリ、6.....活性層多結晶シリコン、7.....ゲート酸化膜、8.....ゲート配線用多結晶シリコン、9.....ソース、ドレインの拡散部分、10.....第1層間絶縁膜、11.....金属配線、12.....コンタクトホール、13.....透明電極、14.....第2層間絶縁膜、15.....液晶、16.....対向基板。

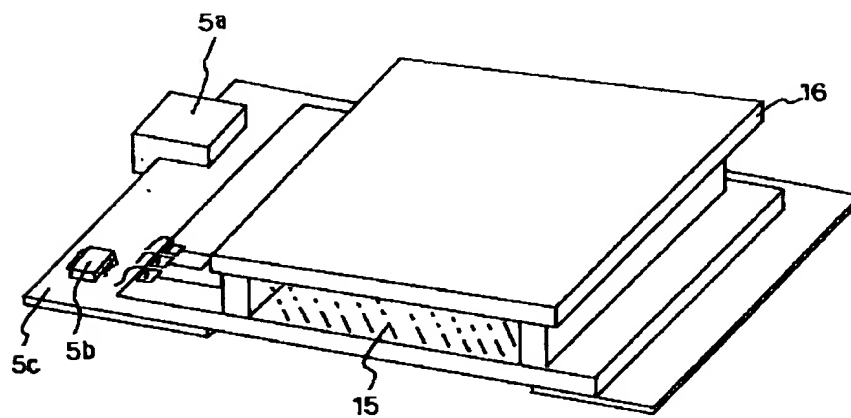
【図1】



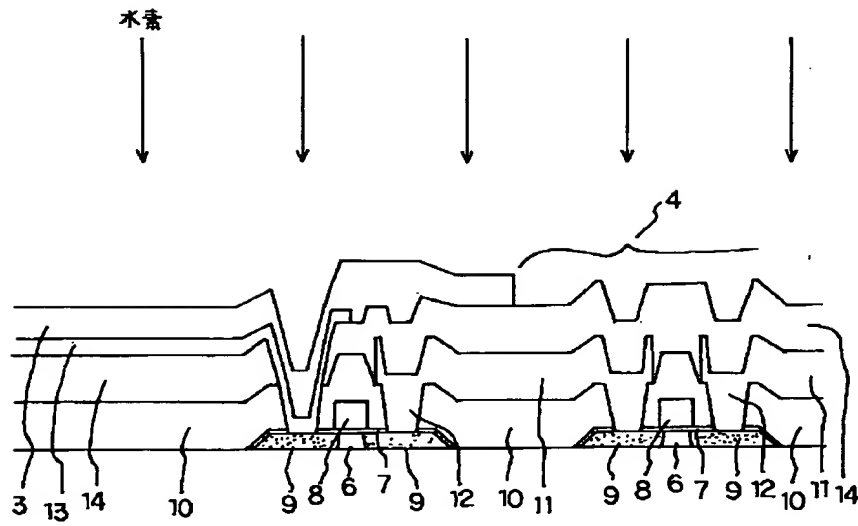
【図2】



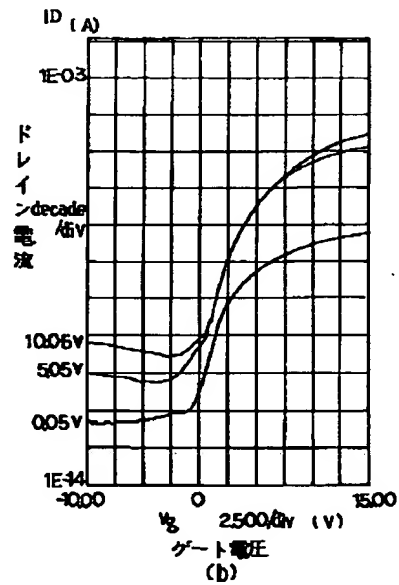
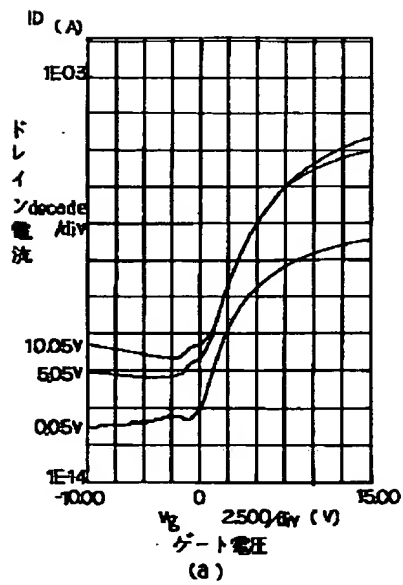
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

